

【報 告】

和洋女子大学における小学生対象の科学実験プログラムの実践報告

岡本由希、鬘谷 要、高梨一彦、
海老澤薫、鈴木ちひろ、鈴木成美、玉利舞花

**Practical study of scientific experimental program
for elementary school children**

Yuki OKAMOTO, Kaname KATSURAYA, Kazuhiko TAKANASHI,
Kaoru EBISAWA, Chihiro SUZUKI, Narumi SUZUKI, Maika TAMARI

要旨

近年、日本においては若者の理科離れが指摘されてきている。そのなかで、執筆者らは生活科学の立場から、子どもたちの科学への関心を深め、夏休みの自由研究のヒントになればと、平成17年（2005年）から12年間に渡って夏休み期間を活用した小学生対象の科学実験プログラムを実施してきた。そこで、理科に関連したこれまでの教育活動の取り組みの一貫として実践してきた科学実験プログラムのなかで、平成25年（2013年）～平成27年（2015年）の取り組みについて紹介する。本稿は、執筆者らの日ごろの研究成果をベースにして構成された科学実験プログラムの実施内容、参加者の感想、そして実施にあたっての安全体制や広報活動および学内等の協力体制について報告する。

キーワード：科学実験・scientific experiment、小学生・elementary school children、
生活科学・human life sciences

1. はじめに

近年の日本においては、子どもたちの理科離れが進んでいるといわれ続けている。理科は、日本の科学技術や産業の発展のためには重要な科目の一つであり、将来を担う若者に理科に対する興味を継続的に維持しながら、教育活動を行うことは大変重要なことである。理科離れは、学校教育において、実験や観察等の学習機会が削減されたり、子どもたちを取り巻く生活環境の変化や遊びの多様化により、外遊びのような自然に接して過ごす機会が減る等、様々なことが要因とされている。これらのことを受け、多くの大学等の教育機関において、大学の在り方の多様化の流れや大学に求められている地域貢献活動のなかで、子どもたちを対象とした様々なプログラムが数多く展開されてきている。特に、子どもたちの生活に身近な理科に関連する現象を実際に体験してもらい、さらに科学に興味を持ってもらえるような体験学習の場を増やすことは大変重要であると考えている。

本学においては執筆者らが中心となって、生活科学の立場から、平成17年（2005年）～平成28年（2016年）の12年間に渡り、小学生対象の科学実験プログラム「夏休み子ども実験教室」を実施してきた。主

に対象としている小学5・6年生の夏休みの自由研究のヒントになればということから、子どもたちの夏休み期間中に実施してきた。これまでに実施してきた小学生対象の科学実験プログラムは、様々な教育機会や学習環境を背景としている子どもたちの体験学習の場として大変有意義であると考えている。

2. 科学実験プログラムの内容

12年間に渡って実施してきた科学実験プログラムのうち、近年の取り組みである平成25年～平成27年の3年間の実施内容とその様子等について報告する。この3年間の科学実験プログラムの実施日、テーマ、参加者数、見学者数は表1に示した通りである。また、広報活動に用いた募集ポスターを図1～3に示す。

表1

実施年	実施日	テーマ	募集人数	参加者	見学者
2013年 (平成25年)	7月24日 (水)	光を科学しよう！ ～なるほど光の世界～	30名	36名 (欠席6名)	19名
2014年 (平成26年)	7月29日 (火)	光の世界を体験しよう！ ～なるほど光を使った技術～	30名	38名 (欠席4名)	21名
2015年 (平成27年)	8月1日 (土)	光の世界を旅しよう！ ～光を使った技術のヒミツ～	36名	31名 (欠席5名)	16名

みなさんは、光がどのようなものかを知っていますか？光にはいろいろな種類があり、太陽や蛍光灯の光、その他にも目に見えない光もあります。その光は私たちの生活に必要なのです。例えば、目に見えない光の中には、果物の甘さの度合いやマグロのトロの量を測るために使われるものがあります。このプログラムでは身の回りには光の秘密について楽しく実験していきます。光を科学してみませんか？

夏休み子ども実験教室 小学校5・6年生集まれ!

日 程： 7月24日（水）午前10時～午後4時
場 所： 和洋女子大学 国府台キャンパス 南館6階学生実験室
参加費： 無料（昼食、おやつ付）
持ちもの： 筆記用具、水分補給のための飲料
対 象： 小学校5・6年生の児童 保護者の同伴は可能です
募集人数： 30名（締切後に抽選し、結果をお知らせします）
申込締切： 7月8日（月）

日本学術振興会HP <http://www.jpss.go.jp/> Dのほかに社会のサイエンスのページからお問い合わせください。和洋女子大学のHP <http://www.wyuo.ac.jp/>から申し込みます。

和洋女子大学 広報課
〒272-8533
千葉県市川市国府台2-3-1
TEL:047-371-1473
FAX:047-371-2271
<http://www.wyuo.ac.jp/>

図1 募集ポスター（平成25年）

みなさんは、光がどのようなものかを知っていますか？光にはいろいろな種類があり、太陽や蛍光灯の光、その他にも目に見えない光もあります。その光は私たちの生活に必要なのです。例えば、目に見えない光の中には、果物の甘さの度合いやマグロのトロの量を測るために使われるものがあります。このプログラムでは、身の回りには光の秘密について楽しく実験していきます。一緒に光の世界を体験してみませんか？

小学校5・6年生集まれ!

日 程： 7月29日（火）午前10時～午後4時
場 所： 和洋女子大学 国府台キャンパス 南館6階学生実験室
参加費： 無料（昼食、おやつ付）
持ちもの： 筆記用具、水分補給のための飲料
対 象： 小学校5・6年生の児童 保護者の同伴は可能です
募集人数： 30名（締切後に抽選し、結果をお知らせします）
申込締切： 7月13日（日）
主 催： 和洋女子大学
後 援： 市川市教育委員会

日本学術振興会HP <http://www.jpss.go.jp/> Dのほかに社会のサイエンスのページからお問い合わせください。和洋女子大学のHP <http://www.wyuo.ac.jp/>から申し込みます。

和洋女子大学 地域連携センター
〒272-8533
千葉県市川市国府台2-3-1
TEL:047-371-1473
FAX:047-371-2271

図2 募集ポスター（平成26年）

みなさんは、光がどのようなものかを知っていますか？光にはいろいろな種類があり、太陽や蛍光灯の光、その他にも目に見えない光もあります。その光は私たちの生活に必要で、さまざまな技術に活用されています。目に見えない光の中には、果物の甘さの度合いやマグロのトロの量を測るために使われるものがあります。このプログラムでは、私たちの身の回りには光について楽しく実験します。一緒に光の世界を旅してみませんか？

小学校5・6年生集まれ!

日 程： 8月1日（土）午前9時30分～午後3時30分
場 所： 和洋女子大学 国府台キャンパス 南館6階学生実験室
参加費： 無料（昼食、おやつ付）
持ちもの： 筆記用具、水分補給のための飲料
対 象： 小学校5・6年生の児童 保護者の同伴は可能です
募集人数： 36名（締切後に抽選し、結果をお知らせします）
申込締切： 7月15日（水）
主 催： 和洋女子大学
後 援： 市川市教育委員会

日本学術振興会HP <http://www.jpss.go.jp/> Dのほかに社会のサイエンスのページからお問い合わせください。和洋女子大学のHP <http://www.wyuo.ac.jp/>から申し込みます。

和洋女子大学 地域連携センター
〒272-8533
千葉県市川市国府台2-3-1
TEL:047-371-1473
FAX:047-371-2271

図3 募集ポスター（平成27年）

当初のプログラムは、小学生を対象として、食品の組成や食品に含まれる色素の色の変化について実験を行っていくものであったが、平成21年度より、執筆者の一人、岡本の専門（油脂の酸化の指標となる過酸化価を近赤外線を用い、非破壊で瞬時に測定する方法について検討することによって油脂の酸化のスピードを解析する）の応用である非破壊測定の研究成果を子どもたちに還元するために、近赤外線すなわち身近にある「光」に注目した。

ところで、この「光」については、小学校の学習指導要領¹⁾において第3学年の「物質・エネルギー」で扱われており（「光の性質」）、第4学年では同様の内容で光電池との関連から扱われている（「電気の働

き)。さらに、第6学年で同様の内容のもとに「電気の利用」で扱われている。これらは、科学実験プログラムにおいて扱う内容と比べれば、非常に基本的な側面を取り扱っている。科学実験プログラムの内容は、小学校で学ぶ「物質・エネルギー」の領域を越えており、中学校の学習指導要領²⁾における「光と音」、さらに高等学校の学習指導要領³⁾の「人間生活の中の科学」における「光や熱の科学」－「(ア) 光の性質とその利用について」を先取りしている。具体的には、光の波としての分類や性質、電磁波の利用に関して、観察、実験等を中心に扱うこととされており、これらの内容を考慮した場合、小学5・6年生向けに最先端技術に応用されている分野への入り口としては、いささか高度すぎるきらいがないではないが、後述するような身近な現象、赤外線カメラ、太陽光の分光、光の三原色の原理、電子顕微鏡の画像等を実験等により体験学習させることで、それらを最低限度の専門用語によって説明し、理解させるという科学実験プログラムになっている。

2-1 実施内容⁴⁾

表1に示した通り、平成25年は「光を科学しよう！ ～なるほど光の世界～」、平成26年は「光の世界を体験しよう！ ～なるほど光を使った技術～」、平成27年は「光の世界を旅しよう！ ～光を使った技術のヒミツ～」をテーマにして実施した。共通のキーワードは「光」であり、光を中心に科学実験プログラムを組み立てた。内容の詳細は、図4～6に示す。

＜平成25年の科学実験プログラム内容＞	
09:30～10:00	受付, 開場
10:00～10:15	開会式
10:15～11:30	講義「光を科学しよう！」 実験Ⅰ「光とはどのようなものかな？」
11:30～12:30	休憩・昼食・移動等
12:30～14:25	実験Ⅱ「光のときめき体験！」 ブラックライトって何???フシギ体験! 赤外線カメラ, サーモグラフィなどを体験しよう!
14:25～15:00	実験Ⅲ「LED光の三原色混色キットを組み立てよう！」
15:00～15:30	実験のまとめ, アンケートの記入等
15:30～16:00	修了式
16:00	終了・解散

図4 科学実験プログラムの流れ（平成25年）

＜平成26年の科学実験プログラム内容＞	
09:30～10:00	受付, 開場
10:00～10:15	開会式
10:15～11:30	講義「光とはどのようなものかな？」 実験Ⅰ「光の世界を楽しもう！」
11:30～12:30	休憩・昼食・移動等
12:30～13:30	実験Ⅱ「光の世界を探ってみよう！」 (ブラックライト, 赤外線カメラ, サーモグラフィなどを体験)
13:30～13:45	休憩
13:45～14:45	実験Ⅲ「光を使った技術を体験しよう！」 (LED光の三原色混色キットを組み立ててみよう!)
15:00～15:30	実験のまとめ等
15:30～15:40	アンケートの記入
15:40～16:00	修了式
16:00	終了・解散

図5 科学実験プログラムの流れ（平成26年）

＜平成27年の科学実験プログラム内容＞	
09:00～09:30	受付、開場
09:30～09:45	開会式
09:45～11:30	講義「光ってどんなもの？」 実験Ⅰ「光の世界を知ろう！」 実験Ⅱ「光の世界を旅しよう！」①
11:30～12:30	休憩・昼食・移動等
12:30～13:00	実験Ⅱ「光の世界を旅しよう！」② (ブラックライト, 赤外線カメラ, サーモグラフィ等を体験)
13:00～13:10	休憩
13:10～14:30	実験Ⅲ「光を使った技術のヒミツ」(休憩含む)
14:30～14:50	実験のまとめ等
14:50～15:00	アンケートの記入
15:00～15:30	修了式
15:30	終了・解散

図6 科学実験プログラムの流れ(平成27年)

科学実験プログラムは、開会式に始まって、実験と講義を組み合わせながら進めた。まず、色が見える仕組みについて詳細に学び、続いて光が波であることを説明し、蛍光灯や太陽光のように白く(無色に見える光にも多数の色が存在していることを説明した。蛍光灯の光を分光シートやCDの記録面を用いて分光したり、屋外に出て、太陽光をプリズムで分光することで、実際の光での観察も行った(写真1、プリズム、分光シート、CDの記録面)。さらに、ブラックライトを用いて、ブラックライトの光をあてると光る身近なものを観察したり、赤外線カメラやサーモグラフィによって見えないものが見える現象について観察を行った。音を光に変換する装置を体験したり、光ファイバーを用いることで、まっすぐ進む光を曲げることができること等を確認した。さらに、光の三原色について学ぶために、執筆者らが手作りしたLED光の三原色混色キット(写真2、LED光の三原色混色キット)を用いて、参加者がその最終部分を組み立て、加法混色により自分で三原色の光の出力を調節しながら様々な色を作り出し、光の観察を行った。また平成27年は、市販のキットを用い赤・緑・青の三色の発光液を化学発光させることで、三原色について観察した。科学実験プログラムの合間に、電子顕微鏡の画像を提示し、その画像が何であるかを推測するクイズを通じて、光よりも波長が短い電子線を利用した電子顕微鏡の原理についても分かりやすく説明した。

そして、講義や実験について、適宜復習するために、配布資料(写真3、配布資料)を活用した。配布資料には、それぞれの講義や実験ごとにチェックポイントを設け、分かったことや実験結果を記入できれば、チェックシールを貼っていき、配布資料に書き込むための時間を作った。このことにより、科学実験



写真1 プリズム、分光シート、CDの記録面

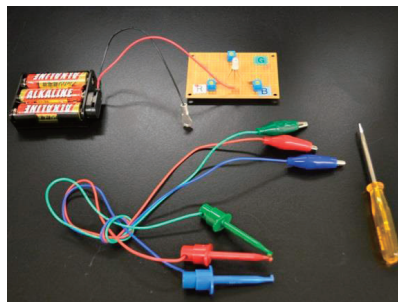


写真2 LED光の三原色混色キット

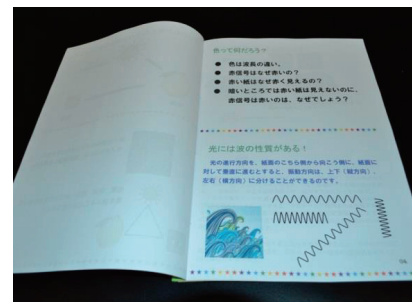


写真3 配布資料

プログラムのまとめの時間等に配布資料を見ながら、実験や講義内容の振り返りができるように工夫した。また、最後にまとめの時間等を設け、配布資料を活用しながら全体の振り返りも行った。

執筆者らの研究成果をベースにして、「光」を中心に組み立てた科学実験プログラムの内容を小学5・6年生にも分かりやすく伝えるために、参加者の生活に身近な視点で科学の面白さを体験してもらえるように工夫し、できるだけ分かりやすい言葉で表現することを心がけた。グループは3人で1グループを基本とし、参加者同士が多くの人と接することができるようにランダムに編成し、参加者同士の交流に役立ててもらった。休憩時間、昼食時間を入れて6時間という長時間に渡る科学実験プログラムのため、小学5・6年生の集中力にも考慮しながら、実験と講義を適宜組み合わせながら進めた。

また、科学実験プログラムで使用した実験器具の一部（分光シート、偏光板、紫外線チェックビーズ、光の三原色混色キット等）は、参加者に持ち帰ってもらった。持ち帰った実験器具の取り扱いについての注意事項は、科学実験プログラムの参加者にも注意喚起するとともに、参加者の保護者に宛てた文書を配布資料に加え、実験器具ごとに詳細に説明し、自宅でも安全に使用できるように工夫した。さらに実験グループごとに実験結果等の記録写真をデジタルカメラにより撮影し、参加者全員に写真CDを送付し、夏休みの自由研究のヒントになるように工夫した。科学実験プログラムの様子の一部を写真4～8に示す。



写真4 会場内の様子



写真5 分光シートによる
蛍光灯の分光実験

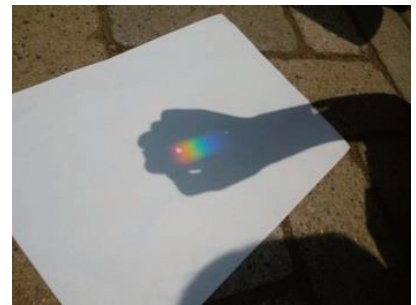


写真6 プリズムによる太陽
光の分光実験

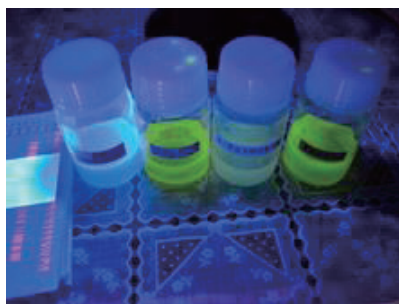


写真7 ブラックライトの体験



写真8 LED光の三原色混色
キットの組み立て

2-2 安全配慮について⁴⁾

参加者を募集し、抽選後に参加者が決定した後、科学実験プログラムへの参加の受講票を返送してもらう際に、当日に必ず連絡が取れる緊急連絡先、さらに実施当日に昼食やおやつを提供することから、食物アレルギーの有無について問い合わせた。さらに、食物アレルギーについては、実施当日の昼食およびおやつ提供時にも参加者に対して注意喚起し、事故のないように心がけた。

実施中の安全確保のために、2グループ（6名）につき1名の学生スタッフを配置した。学生スタッフ

は、主に安全面への配慮および参加者同士の交流の手助け、実験記録等の写真撮影を担当し、きめ細かな指導を行うことを心がけた。各実験グループ担当の学生スタッフ用の配布資料には、スタッフ用の詳細な説明を書き加えてあり、学生スタッフが自発的に指導できるように工夫した。参加者には、ディスプレイの白衣を着用してもらい、実験の事前説明を十分に行ない、危険のないように努めた。また、前述したように、参加者が持ち帰った科学実験プログラムで使用した一部の実験器具については、使用法等について参加者に注意喚起し、保護者に宛てた文書を付け加えた。さらに、会場への往復および科学実験プログラム実施中については、参加者全員が傷害保険に加入し、本学保健室にも緊急時の対応を依頼した。

2-3 学内の協力体制⁴⁾

科学実験プログラムの実施にあたっては、本学事務局の研究支援課、地域連携センター、広報・入試センター、施設課、経理課、保健室に協力をいただいた。主な協力体制は次の通りである。研究支援課は、関係機関との連絡・調整、運営費用についての取りまとめ等を行った。地域連携センターは、広報活動に加え、申し込み・問い合わせの窓口、当日の受付対応、市川市教育委員会等への対応、実施後の参加者への配布物、関係各所への礼状の発送等を担当した。広報・入試センターは、広報活動全般、募集要項や実施報告の本学公式ウェブサイトへの掲載等を担当した。施設課は学内施設・学内備品等の使用に関する事務作業等を行った。経理課は、運営費用の支払い等を担当した。大学保健室へは、体調不良等、緊急時の対応のために、実施中に保健室での待機を依頼した。

2-4 広報活動⁴⁾

科学実験プログラムの実施にあたって、平成27年より市川市教育委員会の後援をいただいている。また、毎年、市川市教育委員会の許可を得て、本学所在地である千葉県市川市の全小学校への募集要項の配布を行った。さらに、本学近隣の市川市立の公立小学校（市川小、真間小、国分小、中国分小、国府台小、大洲小）を個別に訪問し、募集ポスターや募集案内を対象者に配布した。その他、本学公式ウェブサイト、月間いちかわ（タウン誌）、JS日本の学校／体験イベント in 大学のコーナーに募集案内を掲載した。科学実験プログラム実施後には、本学公式ウェブサイトに実施当日の様子を掲載した。

3. 参加者等の感想⁴⁾

参加者からは、「光や色についてよくわかった」、「実験がたくさんあっておもしろかった」、「光に興味を持ったので、光のことをもっと知りたい」、「今まで分らなかった事を分かりやすく説明してくれてよくわかりました」、「研究がこんなに楽しいのだと思いました。私も研究者になりたいと思いました」、「光について色々な実験ができてよかった。説明も分かりやすくとても勉強になった」、「友達もできたし、研究に興味があった」、「偏光シート等知らないものもたくさんあったし、質問やクイズもありおもしろかった」、「実験で使った機械に興味があったので、将来実験してみたくなった」等、励みになる感想が多く寄せられた。

科学実験プログラムを見学されていた保護者の方からも「科学のことをもっと知りたくなりました。保護者自身も勉強になりました」、「子どもも楽しんでいて、夏休みの科学論文の参考になりそうです」、「子どもが興味を持つ内容、わかりやすい資料・説明、飽きさせない工夫等とても素晴らしいプログラムでした」等の感想をいただいた。

4. 終わりに

科学実験プログラムは実施会場である学生実験室の収容人数を考慮し、さらに参加者6名に対して1名の学生スタッフを配置するために、募集人数を30名（平成25年、26年）および36名（平成27年）としている。毎年、募集人数を大きく上回る申し込みがあり、公平に抽選を行い、参加者を決めている。その際、キャンセル待ちの枠も可能な限り設け、実施当日は募集人数で開催できるように調整しているが、体調不良等により当日の欠席は避けられないため、可能な限り枠を広げて参加者を予定するように工夫している。また、これまで事故なく実施できていることは、学内外の関係各位の献身的な協力によるものである。

科学実験プログラムは、参加者の理解度を注視しながら、プログラムを進行するようにしている。執筆者らの研究成果をベースにして構成された科学実験プログラムであるが、「光」という1つのテーマについて、色が見える仕組みから、光についての様々な現象についてゆっくりとしたペースで取り組むことは、参加者にとってもよいことであると考えている。

また、科学実験プログラムの講義と実験は、各グループに配置した本学の学生スタッフが適宜助言をする等、参加者を全面的にサポートした。教育職員免許状取得を目指す学生も多く参加していたこともあり、的確なサポート体制を構築することができた。さらに、学生同士も協力しながら科学実験プログラムのサポートをすることにより、学生スタッフとして参加した学生への教育効果も高いものであった。

今後も、このような科学実験プログラムを継続して実施していく場合には、生活科学の立場から、参加者により分かりやすく、そして参加者の身近な科学への好奇心をさらに高めるような内容を工夫していきたいと考えている。

謝 辞

科学実験プログラムの実施にあたっては、独立行政法人 日本学術振興会の事業である「小・中・高校生のためのプログラム ひらめき★ときめきサイエンス ～ようこそ大学の研究室へ～」の資金により運営いたしました（平成25年「光を科学しよう！ ～なるほど光の世界～」(HT25062)、平成26年「光の世界を体験しよう！ ～なるほど光を使った技術～」(HT26079)、平成27年「光の世界を旅しよう！ ～光を使った技術のヒミツ～」(HT27086)に採択）。本事業は、科学研究費による研究成果の社会還元・普及を目的として行われているものであり、当該事業への応募の元となった科学研究費は、「若手研究 (B) 17700569近赤外吸光法による食用油脂の過酸化物価の非破壊測定」です。ここに感謝の意を表します。

また、平成27年より後援をいただいている市川市教育委員会にお礼申し上げます。

最後に、科学実験プログラムの推進にあたり、多くの協力をいただきました学内の教職員各位、学生スタッフとして関わってくださった家政学群 生活環境学類、家政福祉学類の学生各位に感謝いたします。

参考資料

1. 「文部科学省 小学校 現行学習指導要領・生きる力 小学校学習指導要領 第2章 各教科 第4節 理科」, 文部科学省, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/ri.htm (参照2016-09-02)
2. 「文部科学省 中学校 現行学習指導要領・生きる力 中学校学習指導要領 第2章 各教科 第4節 理科」, 文部科学省, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/ri.htm (参照2016-09-02)
3. 「文部科学省 平成21年7月 高等学校学習指導要領解説 理科編」, 文部科学省, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2010/01/29/1282000_6.pdf (参照2016-09-02)
4. 「小・中・高校生のためのプログラム ひらめき★ときめきサイエンス 過去の実施プログラム」, 日本学術振興会, https://www.jsps.go.jp/hirameki/kako_jisshi_list.html (参照2016-08-29)

岡本 由希 (和洋女子大学 生活科学系 准教授)

鬮谷 要 (和洋女子大学 生活科学系 教授)

高梨 一彦 (和洋女子大学 人文社会科学系 教授)

海老澤 薫 (和洋女子大学 生活科学系 助手)

鈴木ちひろ (和洋女子大学 大学院 総合生活研究科 研究生)

鈴木 成美 (元和洋女子大学 生活科学系 助手補)

玉利 舞花 (和洋女子大学 生活科学系 助手補)

(2016年10月11日受理)